

Turquie ou par l'océan Pacifique (voir la figure 3).

Au XVII^e siècle, le voyageur français Jean-Baptiste Tavernier remarque qu'en Inde, les émeraudes sont si abondantes qu'elles se négocient à 20 pour cent au-dessous du prix français. Les Espagnols et les Portugais s'enrichissent en vendant leurs émeraudes sur le marché indien ou en échangeant ces pierres contre de l'or et des diamants. Les Moghols polissent les prismes d'émeraudes en perles irrégulières, afin de perdre le moins de matière possible. Ils les portent en pendeloque, en dégradé sur des colliers, ou seules, comme ornement de turban. Les gemmes de moins bonne qualité sont taillées en perles côtelées. Les grands cristaux d'émeraudes, plus rares, sont sectionnés latéralement, en « tables » à six côtés, ou taillés en rectangles aux angles émoussés, gravés de rinceaux feuillagés et fleuris ou d'écritures coraniques (voir la figure 5). Au XIX^e et au XX^e siècle, les parures des maharajas comportent d'innombrables émeraudes, diamants, perles et rubis, qui contribuent à leur prestige.

À partir des années 1920, avec l'art décoratif, ces émeraudes, des perles lisses ou gravées, en forme de feuille, ont une seconde vie : les joailliers de la place Vendôme, tels Cartier et Chaumet, les montent sur des bijoux identiques plus légers (en platine) ou les sertissent à la mode occidentale. Jusqu'à dans les années 1960, Van Cleef propose toujours ces parures fastueuses d'inspiration indienne.

Quatre émeraudes taillées au XVIII^e siècle, de grandes dimensions et de très bonne qualité (translucides et d'un vert profond) du trésor de Nizam d'Hyderabad, le maharaja du plus puissant des États d'Inde du Sud, ont été analysées avec la sonde ionique. Ces belles émeraudes translucides, d'un vert profond, laissaient présager, par leurs inclusions triphasées caractéristiques (voir l'encadré des pages 62 et 63), une origine colombienne, que la sonde a confirmé pour trois d'entre elles : elles viennent du gisement de Muzo. Les rapports isotopiques obtenus indiquent même les mines dont elles sont issues : Peña Blanca, Coscuez et Tequendama.

La quatrième émeraude du trésor indien de Nizam d'Hyderabad vient d'Afghanistan, une provenance inattendue. Or, ce gisement, n'est connu



Muséum d'histoire naturelle de Vienne, Autriche.

4. CE POT À ONGUENTS, réalisé par un artisan milanais de la Renaissance, est taillé dans un cristal d'émeraude colombien haut de dix centimètres.



Ph. Siebert

5. À L'ÉPOQUE MOGHOLE (du XVI^e au XVIII^e siècle), les émeraudes sont taillées en perles côtelées, comme sur ce collier. Les grands cristaux d'émeraudes sont sectionnés latéralement, en « tables » à six côtés et gravés de rinceaux feuillagés et fleuris ou d'écritures coraniques.

que depuis une vingtaine d'années, et on avait perdu toute trace d'exploitation antérieure. Les émeraudes afghanes peuvent être aussi belles que les émeraudes colombiennes, avec le même type d'inclusions. La provenance afghane de cette émeraude prouve que les pierres de ce gisement étaient déjà commercialisées au XVIII^e siècle (ce qui n'exclut pas une exploitation antérieure) et donne une nouvelle résonance à la thèse d'un gisement en Afghanistan connu dès l'Antiquité.

Nombre d'émeraudes indiennes se trouvent aujourd'hui en Iran, où

les descendants des Perses détiennent le plus gros trésor de gemmes du monde. Le shah Nader l'a constitué à partir des trésors moghols, pillés lors du sac de Delhi, en 1739. Le trésor est conservé à la banque Mélli de Téhéran, où les émeraudes sont stockées par vasques pleines. Lors du règne du dernier shah, deux gemmologues américains ont eu l'autorisation de les examiner et y ont observé les fameuses inclusions triphasées caractéristiques des pierres colombiennes et afghanes. Combien d'émeraudes afghanes se cachent-elles dans ce trésor ? Des analyses avec la sonde ionique permettraient de répondre à cette question et d'avoir ainsi une indication sur l'importance de l'exploitation du gisement afghan dans le passé.

Ces recherches à l'aide des résultats des fouilles archéologiques, des textes anciens et des références d'orfèvrerie ont permis de gommer nombre d'erreurs souvent répétées et d'établir la chronologie la plus précise de la route des émeraudes.

Gaston GIULIANI (Institut de recherche pour le développement) et Marc CHAUSSIDON (CNRS) sont géologues au Centre de recherches pétrographiques et géochimiques de Vandœuvre, près de Nancy. Michèle HEUZÉ est gemmologue diplômée d'État et historienne du bijou, une discipline qu'elle enseigne au Centre de formation des arts appliqués à Paris (ASAP).

John SINKANKAS, *Emeralds and other beryls*, Geoscience Press, 1989

D. GIARD, G. GIULIANI, A. CHEILLETZ, E. FRITSCH et E. GONTHIER, *L'émeraude. Connaissances actuelles et perspectives*, AFG, CNRS, ORSTOM, eds, 1998.

G. GIULIANI, M. CHAUSSIDON, C. FRANCE-LANORD, C. ROLLION, D. MANGIN et P. COGET, *Analisis*, vol. 27, n° 3, pp. 203-206 : *Application de l'analyse isotopique par spectrométrie de masse et sonde ionique de l'oxygène des émeraudes naturelles*, 1999.

G. GIULIANI, M. CHAUSSIDON, H.-J. SCHUBNEL, D.H. PIAT, C. ROLLION-BARD, C. FRANCE-LANORD, D. GIARD, D. DE NARVAEZ et B. RONDEAU, *Oxygen Isotopes and Emerald Trade Routes since Antiquity*, in *Science*, n° 287, pp. 631-633, 2000.

Michèle HEUZÉ, *Le jardin secret des émeraudes*, in *L'objet d'Art*, n° 345, pp. 52-65, 2000.

Une sélection naturelle de la culture

SUSAN BLACKMORE

Les comportements et les idées copiés par imitation de personne à personne – les mèmes – semblent avoir contraint les gènes humains à faire de nous ce que nous sommes aujourd’hui.

Savez-vous que vous passez la majeure partie de votre existence à copier et à transmettre des mèmes? Un mème est «une idée, un comportement, un style ou un usage qui se propage de personne à personne au sein d’une culture». Chaque fois que vous serrez une main, que vous chantez «Joyeux anniversaire» ou que vous votez lors d’une élection, vous transmettez des mèmes.

Personne ne conteste l’existence des mèmes, tels que nous venons de les décrire. Toutefois, la théorie présentée ici par la psychologue Susan Blackmore est controversée : elle soutient que l’aptitude de l’homme à l’imitation, et donc à la transmission des mèmes, le distingue des autres espèces. Les mèmes, affirme S. Blackmore, ont constitué (et constituent aujourd’hui encore) une force puissante qui a façonné notre évolution culturelle – et biologique. Pour situer le débat, nous présentons également trois points de vue qui divergent de celui de S. Blackmore : celui de l’écologiste behavioriste Lee Dugatkin, celui de l’anthropologue évolutionniste Robert Boyd et du biologiste des populations Peter Richerson, et celui du psychologue Henry Plotkin. À vous de vous faire une opinion.

L’être humain est un animal étrange. Bien que nous partagions de nombreuses caractéristiques avec les autres êtres vivants (ce que la théorie de l’évolution a expliqué brillamment), du code génétique qui gouverne la construction de notre corps jusqu’aux détails du fonctionnement de nos muscles et de nos neurones, nous nous singularisons sur d’innombrables points. Notre cerveau est exceptionnellement gros, nous sommes les seuls à posséder un langage véritablement grammatical, les seuls aussi à composer des symphonies, à conduire des voitures, à manger des spaghettis avec une fourchette et à nous émerveiller sur les origines de l’Univers.

Ces aptitudes semblent disproportionnées par rapport à nos besoins, car elles dépassent considérablement le minimum nécessaire à notre survie. Steven Pinker, de l’Institut de technologie du Massachusetts, l’a formulé ainsi : «En ce qui concerne les causes et les effets biologiques, la musique est totalement inutile.» Il en est de même pour l’art, les échecs et les mathématiques pures.

La théorie darwinienne de l’évolution par sélection naturelle des individus les mieux adaptés au milieu n’explique pas toutes les compétences humaines. La théorie stipule que ces caractères sont commandés par les gènes ; au fil des générations, les gènes qui confèrent à leurs porteurs un avantage pour leur survie favorisent la production d’une abondante progéniture (héritière de ces gènes) et ils prolifèrent au détriment des autres gènes. Les

gènes sont ainsi en concurrence : ceux qui s’imposent sont ceux qui se transmettent le plus d’une génération à l’autre.

Malgré son immense intérêt, la théorie de Darwin n’explique pas pourquoi les humains accordent une si grande part de leurs ressources à des aptitudes sans intérêt pour la propagation des gènes. Quelle autre théorie expliquerait ces comportements?

Je pense que la réponse se trouve dans les mèmes : les histoires, chansons, habitudes, techniques, inventions et comportements que les individus acquièrent par imitation. La théorie de l’évolution explique la nature humaine si elle intègre la transmission des mèmes, en plus de celle des gènes.

La naissance des mèmes

Ce serait une erreur de considérer les mèmes comme de simples «idées» : ils correspondent plutôt à une forme d’information (les gènes sont également une forme d’information : ces instructions, présentes dans l’ADN, commandent la synthèse des protéines). Ainsi, le mème associé aux huit premières notes de la mélodie de *La Marseillaise* peut être enregistré non seulement dans les neurones d’une personne (qui reconnaît alors ces notes lorsqu’elle les entend), mais également sous forme magnétique, sur une cassette ou sous forme de signes sur une portée musicale.

Si le concept de mème date presque d’un quart de siècle, on ne lui a attribué un rôle déterminant dans l’évolution humaine que récemment.

Richard Dawkins, de l'Université d'Oxford, a proposé ce terme en 1976 : dans son livre intitulé *Le gène égoïste*, il décrit les principes fondamentaux de l'évolution darwinienne comme la somme de trois phénomènes, à savoir la réplication, la variation et la sélection – l'information est copiée encore et encore, avec des variations, puis certaines variantes sont sélectionnées par rapport à d'autres. Autrement dit, à mesure que ce cycle se répète, la population des copies survivantes acquiert progressivement de nouvelles propriétés qui la rendent globalement plus apte à triompher dans la compétition pour la production d'une descendance. Le cycle de réplication, variation et sélection engendre généralement une certaine organisation à partir du chaos.

R. Dawkins appelle «réplicateur» l'information qui se fait copier, et il

reconnaît que le réplicateur le plus familier est le gène. Toutefois, pour souligner que l'évolution peut reposer sur n'importe quel réplicateur, R. Dawkins a pris l'exemple du même. La réplication des mêmes d'une personne à une autre est imparfaite, tout comme la réplication des gènes, de parents à enfants : on peut embellir une histoire, changer un mot d'une chanson, adapter une vieille technique ou concocter une nouvelle théorie à partir d'idées anciennes. Certaines de ces variantes seront à leur tour répliquées, tandis que d'autres disparaîtront. Les mêmes subissent ainsi les trois processus de l'évolution – réplication, variation, sélection –, à laquelle ils participent.

En imaginant les mêmes, R. Dawkins voulait seulement éviter que ses lecteurs ne réduisent la sélection

naturelle à celle des gènes. Cependant, le concept de même est lourd de conséquences. Si les mêmes sont des réplicateurs, alors ils sont en concurrence et s'efforcent d'être répliqués pour leur propre compte, comme les gènes. Cette conclusion contredit l'hypothèse, soutenue par la majorité des psychologues évolutionnistes, selon laquelle la fonction ultime de la culture humaine est de servir les gènes en favorisant leur survie. Le fondateur de la sociobiologie, E. Wilson, a formulé l'idée en ces termes : «Les gènes tiennent la culture en laisse.» Parfois, la culture s'égare temporairement dans une direction défavorable à la propagation des gènes, mais,



1. COPIÉS DE CERVEAU EN CERVEAU, les mêmes proliféreraient dans les sociétés humaines. Les cultures seraient déterminées par leur propagation.

à long terme, la sélection naturelle génétique la remet dans le droit chemin, de même que le maître ramène son chien vers lui en tirant sur la laisse. De ce point de vue, les mèmes seraient les esclaves des gènes, car les gènes construisent les cerveaux qui copient les mèmes : les mèmes prospéreraient uniquement en aidant les gènes à proliférer. Cependant, si R. Dawkins a raison, c'est-à-dire si les mèmes sont des répliqueurs, ils servent alors égoïstement leurs propres objectifs, se répliquant dès qu'ils le peuvent. À mesure qu'ils se perpétuent, ils façonnent notre esprit, notre culture... et nos gènes.

L'exemple des mèmes «viraux» illustre ce phénomène. Vous avez peut-être déjà reçu une lettre circulaire qui ne vous était pas personnellement adressée et qui vous enjoignait d'en faire des copies et de les renvoyer à 20 personnes de votre connaissance.

Ces lettres sont des éléments d'information écrite qui contiennent une instruction «copiez-moi», et une menace (si vous rompez la chaîne, cela vous portera malheur) ou une promesse (vous recevrez de l'argent). Évidemment, la menace ou la promesse ne sont jamais suivies d'effets, et la recopie de la lettre est une perte de temps ; toutefois, nombre d'entre nous l'ont fait un jour. Ces mèmes possèdent une structure interne qui assure leur propre propagation.

Selon R. Dawkins, les grandes religions sont des mèmes viraux. Parmi les myriades de cultes apparus au cours de l'histoire humaine, quelques-uns seulement ont subsisté, grâce à des instructions du type «copiez-moi», accompagnées de menaces et de promesses. On menace les «mauvais» fidèles de mort ou de damnation éternelle, et on promet aux «bons» fidèles la béatitude éternelle. Les ins-

tructions du type «copiez-moi» sont variées : on demande aux fidèles de dédier leur vie à la propagation de la bonne parole, de donner une partie de leurs revenus pour servir la religion, voire de consacrer leur fortune à la construction de magnifiques mosquées ou cathédrales destinées à promouvoir davantage les mèmes. Parfois les mèmes empêchent les gènes de se propager : par exemple, en imposant le célibat.

Tous les cultes (ou toutes les «chaînes de l'espoir») ne se propagent pas avec le même succès. Certaines menaces et certaines promesses sont plus efficaces (plus virulentes) que d'autres. Pour s'imposer à l'esprit humain, toutes s'opposent à l'expérience et au scepticisme qui, pour continuer la métaphore virale, se comportent comme des systèmes immunitaires. Certes, les religions ne sont pas entièrement virales : elles réconfortent et



2. LA CULTURE est probablement apparue quand nos ancêtres hominidés ont appris à s'imiter mutuellement (à gauche). Les individus les plus aptes à imiter de nouvelles techniques de survie – par exemple, allumer un feu – ont prospéré, propageant les gènes qui les avaient rendus plus capables d'une imitation généralisée. Plus

tard, lorsque l'imitation est devenue avantageuse en termes de sélection (au centre), les gènes ont «conçu» des stratégies pour garantir l'imitation des comportements les plus précieux. Des tactiques qui consistaient à imiter les meilleurs imitateurs ont abouti à de meilleures copies des nouvelles techniques de survie – et aussi à

donnent le sentiment d'appartenir à un groupe social. De surcroît, tous les mêmes ne sont pas viraux.

L'immense majorité des mêmes intervient tous les jours dans notre vie : les langues, les systèmes politiques, les institutions financières, l'enseignement, la science, la technique, etc. Toutes ces entités sont des mêmes (ou des groupes de mêmes) : elles se transmettent entre individus par imitation et rivalisent pour leur survie au sein de l'espace limité que constituent la mémoire et la culture humaines.

Le concept de même éclaire le fonctionnement de nos sociétés. Chaque être humain est une machine à fabriquer des mêmes : il en assure la propagation, il les réplique, et il représente une ressource qui attire les convoitises. Nous ne sommes ni les esclaves de nos gènes ni des êtres libres et rationnels qui créent la culture, l'art, la science et la technique pour notre propre bonheur ; nous par-

ticipons à une immense évolution dont les mêmes sont les répliqueurs évolutifs et où nous sommes leurs supports.

Cette vision est à la fois remarquable et inquiétante. Remarquable, car désormais, une théorie unique (celle de la coévolution des mêmes et des gènes) décrit la totalité de la culture et de la créativité humaines, ainsi que toute l'évolution biologique. Inquiétante, car elle semble réduire des pans considérables de notre humanité, de nos activités et de nos vies intellectuelles à un phénomène dépourvu de sens. La mémétique est-elle vraiment fondée ? Nous aide-t-elle à nous comprendre nous-mêmes et à prévoir l'avenir ? Est-elle le résultat d'une démarche véritablement scientifique ? Si tel n'est pas le cas, elle est sans intérêt.

Je pense que le même, en tant que répliqueur, est le concept qui manquait aux théories sur l'évolution humaine. La mémétique explique l'originalité de

notre espèce dans le monde animal et l'apparition des cultures complexes de l'humanité. Nous différons parce que, nous seuls, à une époque lointaine de notre passé, sommes devenus capables d'une imitation généralisée. Cette aptitude a engendré de nouveaux répliqueurs – les mêmes –, qui ont alors essaimé, nous utilisant comme machines à répliquer, tout comme les gènes qui utilisent les mécanismes de réplication, à l'intérieur des cellules. Nous sommes uniques, parce que nous avons évolué sous l'action de deux répliqueurs : les gènes et les mêmes.

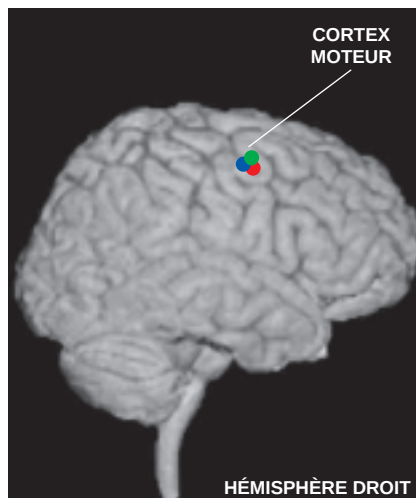
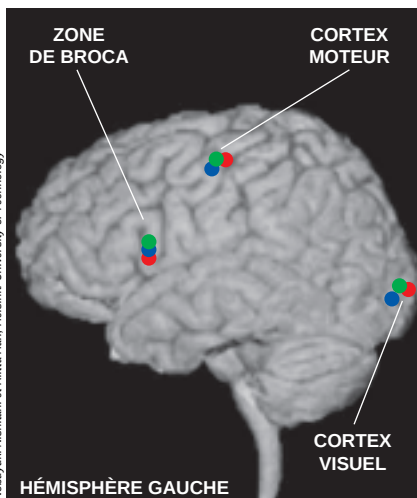
De gros cerveaux pour les mêmes

Cette évolution particulière nous a dotés d'un gros cerveau, d'un langage et de tout notre « excédent » d'aptitudes singulières. La mémétique explique la grosseur du cerveau



la propagation de comportements sans intérêt, tels que la décoration des vêtements. Les bons imitateurs ont acquis un statut social élevé, ont attiré des partenaires sexuels et ont eu une nombreuse progéniture. Ils ont poussé les gènes à développer de gros cerveaux capables d'une imitation sophistiquée. L'imitation est alors deve-

nue partie intégrante de la nature humaine. Les mêmes, sans cesse soumis à l'évolution, ont progressivement engendré des systèmes culturels (à droite) où l'on pratiquait des activités, telles que la construction de monuments et les sacrifices humains, dépourvues de valeur pour les gènes, mais propices à la transmission des mêmes.



3. PAR TOMOGRAPHIE, on déterminera si le cerveau humain a évolué de manière à imiter et à propager les mèmes. Sur ces cartes de l'activité neuronale associée à un mouvement particulier de la main, on voit que les mêmes aires du cerveau sont activées, que le sujet agisse selon sa propre volonté (*en rouge*), qu'il observe simplement quelqu'un d'autre (*en bleu*) ou qu'il l'imites (*en vert*). L'imitation correspond à l'activité la plus intense. Ces résultats indiquent que, chez l'homme, la zone de Broca commande un «système neuronal miroir» spécialement élaboré pour imiter les actions. Les singes ont un système analogue.

humain. Celui-ci a la taille maximale que lui donnent les gènes : il est trois fois plus gros, relativement au poids du corps, que le cerveau de nos plus proches parents, les grands singes. Sa construction et son entretien sont coûteux, et nombre de mères et de bébés meurent lors de l'accouchement, en raison de la grosseur de la tête de l'enfant. Pourquoi l'évolution a-t-elle laissé le cerveau atteindre des proportions aussi dangereuses ? Selon la théorie classique de l'évolution, la grosseur du cerveau est un avantage génétique : plus intelligente, l'espèce humaine trouve mieux sa nourriture et s'aggrave en groupes coopératifs plus grands, qui augmentent la survie de l'individu.

Selon la mémétique, l'explication est tout autre : la transition critique fut l'apparition de l'imitation, il y a 1,5 à 2 millions d'années, avant celle des outils de pierre et avant que le volume cérébral augmente. Une véritable imitation, d'un comportement ou d'un savoir-faire manifestés par un autre animal, est une opération difficile qui exige une grande intelligence, rare dans le règne animal. Certes, de nombreux oiseaux reproduisent des chants, et quelques baleines, quelques dauphins savent imiter des sons et des actions, mais la plupart des espèces sont incapables de tels exploits. Souvent, en présence d'une situation nouvelle, l'imitation animale est un simple recours à un comportement inné ; par exemple,

face à un nouveau prédateur, l'animal réagit de façon innée. Même les chimpanzés n'imitent que peu de comportements, tel l'épouillage. L'imitation généralisée de toutes sortes d'activités – apparemment si naturelle chez l'être humain – est bien plus difficile. Elle constitue une aptitude précieuse, car son détenteur bénéficie ainsi du savoir ou de l'ingéniosité des organismes imités. Par exemple, lors d'expériences effectuées en 1995 au Centre de recherche sur les primates de Géorgie, on a confronté des enfants et des orangs-outans aux mêmes problèmes : seuls les enfants ont utilisé l'imitation pour résoudre ces problèmes.

Nos lointains ancêtres ont utilisé leurs capacités d'imitation pour allumer des feux, chasser, cuisiner. Puis, quand ces premiers mèmes se propagèrent, l'aptitude à l'imitation est devenue un élément important pour la survie : les meilleurs imitateurs ont prospéré, et les gènes responsables de la grosseur de leur cerveau, nécessaires à l'imitation, ont proliféré. Chacun a fini par acquérir de meilleures aptitudes à l'imitation, accentuant la nécessité d'agrandissement du cerveau, dans une sorte de course aux armements cérébraux.

Quand tous les individus ont été capables d'imitation, le second répliqueur – les mèmes – s'est répandu, modifiant sans retour l'évolution humaine. Les mèmes ont alors exercé leur emprise : outre les mèmes asso-

ciés à des savoir-faire utiles, telle la préparation du feu, les êtres humains ont copié des mèmes inutiles, tels ceux de l'ornementation du corps ou des danses de pluie (qui requièrent une dépense énergétique importante).

Les gènes et les mèmes se sont alors heurtés. Les mèmes, par exemple, conduisaient à des comportements inutiles, génétiquement néfastes. De nouveaux mèmes essaïmaient dans toute une population en l'espace d'une seule génération, sans que l'évolution génétique ait le temps de suivre. Pendant que les gènes favorisaient les comportements génétiquement utiles, telle la maîtrise du feu, pendant qu'ils limitaient les comportements néfastes, telle l'avarion envers les danses de la pluie, des engouements nouveaux apparaissaient et se propageaient. Notamment, l'évolution génétique a amélioré les capacités d'imitation, qui sont devenues plus sélectives.

Ainsi, les gènes semblent avoir conduit les individus à ne copier que les meilleurs imitateurs, ceux qui possédaient des versions non déformées des mèmes utiles. Aujourd'hui, les «meilleurs imitateurs» sont ceux qui lancent des modes. En plus de leur équipement personnel de survie (les mèmes utiles), ces meilleurs imitateurs ont acquis un statut social supérieur, qui améliore encore leurs chances de survie et favorise la propagation des gènes qui leur donnent leurs talents d'imitateurs, c'est-à-dire qui leur donnaient de gros cerveaux spécialisés dans l'imitation généralisée et fidèle.

Les gènes ont alors accru la préférence innée pour l'imitation des meilleurs imitateurs, mais ces adaptations ont duré de nombreuses générations, de sorte qu'ils étaient toujours à la traîne. J'ai nommé «pilotage mémétique» le mécanisme de commande génétique assuré par les mèmes : les mèmes rivalisent entre eux, évoluent rapidement dans une direction, tandis que les gènes réagissent en améliorant l'imitation sélective, par l'augmentation régulière de la taille et de la puissance du cerveau. Les mèmes qui ont le plus de succès finissent ainsi par décider quels sont les gènes qui leur sont le plus favorables : ils tiennent la laisse.

Comme les individus ont intérêt à s'accoupler avec les meilleurs imitateurs, qui survivent mieux et se

reproduisent davantage, la sélection sexuelle, guidée par les mêmes, aurait contribué à augmenter la taille du cerveau. En choisissant de s'accoupler avec les meilleurs imitateurs, les individus ont propagé les gènes nécessaires à l'exercice de la religion, à la pratique du chant, de la danse, de la

peinture, etc. L'évolution mémétique passée serait ainsi inscrite dans les structures de notre cerveau. Elle nous a transformés en créatures musicales, artistiques et religieuses. Notre gros cerveau est un outil d'imitation sélective, construit par les mêmes, au bénéfice des mêmes autant que des gènes.

L'origine du langage

Le langage a peut-être été créé par la coévolution des mêmes et des gènes. Les origines et la fonction du langage sont très controversées. En 1866, la Société linguistique de Paris avait même décidé de ne plus examiner

Théorie des mêmes et évolution culturelle

Les gènes sont des répliqueurs. Ils se transmettent fidèlement et commandent le fonctionnement des organismes vivants. Cette transmission fidèle est essentielle au fonctionnement de la sélection naturelle : les gènes qui permettent à leurs porteurs de se reproduire plus que les porteurs d'autres gènes finissent par s'imposer. D'autres mécanismes – telle la mutation – jouent des rôles déterminants dans l'évolution, mais l'adaptation résulte presque entièrement des gènes qui sont les plus rapides à se répliquer. Grâce à cette idée, les biologistes comprennent des phénomènes évolutifs variés, par exemple ceux qui ont gouverné la forme du pelvis humain et le rythme des changements sexuels chez les poissons hermaphrodites.

Selon S. Blackmore, les croyances et les idées – qu'elle désigne sous le nom de «mèmes» – sont des répliqueurs qui, fidèlement transmis par le mécanisme d'imitation, commandent le comportement des individus qui les ont acquis. L'évolution des idées serait également façonnée par la sélection naturelle, et les changements culturels s'expliqueraient par les mêmes qui se répliquent le plus rapidement.

Nous pensons qu'elle n'a, au moins, qu'à moitié raison. Les concepts biologiques sont utiles pour étudier l'évolution culturelle : la culture étant un ensemble d'idées dans une population de cerveaux humains, des mécanismes analogues à la sélection naturelle pourraient faire prospérer certaines idées et en faire disparaître d'autres. Cependant, contrairement à S. Blackmore, nous pensons que la seule sélection naturelle ne suffit pas à expliquer l'évolution culturelle. Les multiples phénomènes qui façonnent la culture humaine relèvent aussi de la psychologie, de l'anthropologie et de la linguistique.

Contrairement aux gènes, les idées ne se transmettent pas telles quelles, d'une personne à une autre. L'information présente dans le cerveau de quelqu'un engendre un comportement, puis une autre personne essaie de déduire l'information nécessaire pour reproduire ce comportement. Des erreurs surviennent dans la transmission des idées, parce que des différences génétiques, culturelles ou sociales entre deux personnes conduisent celle qui veut imiter l'autre à des hypothèses erronées sur ses motivations : les mêmes sont transformés lorsqu'ils sont transmis. Ce mécanisme diffère complètement de la sélection naturelle, qui résulte de différences de vitesse de transmission des gènes. À cause de la transformation des mêmes, les membres d'une génération acquièrent parfois un même différent de celui que partage l'ensemble de la génération précédente.

À l'Institut Max Planck de psycholinguistique de Nimègue, David Wilkins a identifié un exemple simple de transformation d'un même : il a découvert que les Américains de générations différentes n'interprètent pas le suffixe *gate* de la même façon.

Les Américains âgés de plus de 40 ans l'associent à un scandale d'État et à une dissimulation. Pour eux, tous les mots construits avec le suffixe *gate* désignent des scandales analogues au Watergate. En revanche, les Américains plus jeunes ne font pas le lien avec ce scandale et associent le suffixe *gate* à n'importe quel type de scandale. Cette transformation ne correspond pas nécessairement à une rivalité entre mêmes.

Les gènes se transforment aussi par mutations spontanées. Cependant, les mutations génétiques sont rares : elles ne surviennent en moyenne qu'une fois sur un million de répliquations. Leur action directe sur l'adaptation des organismes est souvent négligeable. Si ces mutations survenaient plus souvent – par exemple, toutes les dix répliquations –, l'effet se manifesterait sur la sélection des gènes les plus courants. C'est ce qui se produit avec les idées, qui se transforment rapidement, à mesure qu'elles se propagent. Dans cette hypothèse, l'évolution culturelle est une combinaison de transformations et de sélection naturelle.

L'évolution des idées relève de processus non sélectifs variés : par exemple, il est fréquent qu'une personne emprunte une idée à quelqu'un d'autre, puis la modifie afin de l'améliorer ; ou que quelqu'un fasse la synthèse de diverses croyances après avoir été en contact avec d'autres personnes. Pour interpréter correctement l'évolution culturelle, nous devons tenir compte de ces multiples phénomènes qui orientent les différentes phases de cette évolution. Les sociologues qui explorent ces phénomènes ont déjà obtenu quelques résultats notables. Ainsi, à l'Université de Pennsylvanie, William Labov a décrit des processus psychologiques et sociaux qui engendraient des variations dans les dialectes, au fil des générations. À Stanford, Albert Bandura a étudié l'impact de l'imitation sur l'acquisition des idées.

Au xx^{e} siècle, les biologistes ont mis au point des concepts et des outils mathématiques pour étudier l'interaction des divers phénomènes qui façonnent l'évolution des populations. Pour comprendre comment évolue la culture, les biologistes d'aujourd'hui et de demain devront sans doute tester la théorie des mêmes et découvrir d'autres mécanismes qui la complètent.

Robert BOYD, anthropologue à l'Université de Los Angeles, et Peter RICHESON, biologiste des populations à l'Université de Davis



Les idées sont presque systématiquement transformées lorsqu'elles passent d'une personne à l'autre ou d'une génération à une autre.

aucune spéculation sur le sujet. Aujourd'hui, les théories qui sont le plus largement soutenues invoquent un avantage génétique. Ainsi, à l'Université de Liverpool, Robin Dunbar suppose que le langage s'est substitué au toilettage afin de maintenir la cohésion des groupes sociaux humains. À Boston, Terrence Deacon propose que le langage ait favorisé la communication symbolique, qui a amélioré les techniques de

chasse, renforcé les liens sociaux et la défense de groupe.

La théorie du pilotage mémétique explique l'apparition du langage par les avantages de survie qu'il confère aux mêmes. Quels sont les mêmes qui ont le mieux survécu parmi les mêmes de nos lointains ancêtres? La réponse serait la même pour n'importe quel réplicateur : ceux qui sont dotés d'une fécondité, d'une fidélité et d'une longévité élevées – autrement dit, ceux

qui sont capables d'effectuer des copies nombreuses, exactes et durables d'eux-mêmes.

Les sons sont plus utiles que les gestes. Notamment, tout individu qui entend un «hé!» ou un «attention!» se tourne vers la personne qui a donné l'alerte. La fidélité des mêmes parlés est supérieure lorsque ceux-ci sont faits d'unités sonores discontinues (les phonèmes) et divisés en mots : des erreurs de réplication sont alors évitées. À

Les animaux imitent aussi

Susan Blackmore tente de propager le même «l'imitation est importante» dans nos cerveaux! J'applaudis à cette tentative, mais ne suis pas d'accord avec elle : je pense que les mêmes – les entités imitées – n'influencent pas uniquement le comportement des humains. Les animaux, des poissons aux primates, se copient mutuellement lorsqu'ils décident ce qu'ils vont manger ou qu'ils choisissent un partenaire sexuel. Les mêmes influent sur les habitudes de nombreux animaux, au même titre que sur le comportement humain. L'étude des merles montre que les mêmes ne sont pas l'apanage de l'espèce humaine ni même celle des primates, comme nous le verrons plus loin.

Qu'est-ce, d'abord, que l'«imitation»? Les psychologues ont largement discuté le sens de ce mot, mais puisque notre discussion concerne les mêmes, adoptons d'abord une définition que S. Blackmore donne dans son livre *La machine à mêmes*. L'imitation résulte de trois comportements complexes : l'individu décide d'imiter, il passe du statut d'observateur au statut d'imitateur, puis il effectue une action corporelle adéquate. Avec des critères aussi stricts, l'imitation n'existe pas chez les animaux, car ces derniers ne transforment pas leur point de vue en un autre. En outre, comment savoir ce qu'ils décident d'imiter?

S. Blackmore définit l'imitation de façon plus souple quand elle considère la propagation des histoires drôles : «L'individu qui retransmet une telle histoire ne reprend pas fidèlement chaque geste et chaque parole de celui qui a initialement raconté l'histoire, mais quelque chose (le point central de l'histoire) a été conservé.» Avec

cette seconde définition, des centaines de comportements animaux sont des imitations.

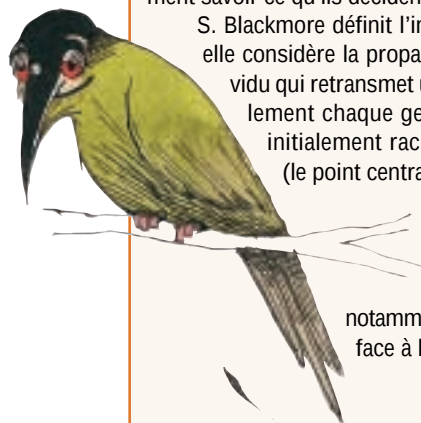
C'est par ce mécanisme, notamment, que les merles apprennent à réagir face à leurs prédateurs.

En 1978, Eberhard Curio et ses collègues de l'Université de Bochum ont réalisé une expérience où un merle voyait un second merle piaillant et agitant la queue, en réaction à la présence d'un prédateur. Une ingénieuse manipulation faisait croire au premier merle que son compagnon réagissait à la présence d'un oiseau bruyant (un philémon), qui n'est pas un prédateur des merles. Ultérieurement, en présence d'un philémon, le premier merle s'est mis à son tour à piailler et à agiter la queue. E. Curio et ses collègues ont découvert que le message erroné «les philémons sont des prédateurs» pouvait être transmis en série à six autres merles au moins.

La simple copie d'un message ne signifie pas que ce message soit un même. Selon S. Blackmore, un message est un même s'il vérifie trois autres critères : ses copies doivent être fidèles, nombreuses et avoir une certaine longévité. Le message «les philémons sont des prédateurs» a été fidèlement transmis. L'évaluation expérimentale de sa longévité sera difficile, mais les ornithologues supposent qu'il subsisterait longtemps dans une population naturelle de merles.

Au cours de mes études, j'ai observé des dizaines d'autres exemples de comportement animal qui concordaient avec la définition d'un même. Les mêmes pourraient se révéler plus anciens et avoir joué un rôle plus déterminant dans l'évolution biologique que ne l'a affirmé S. Blackmore. En outre, la différence entre les mêmes animaux et les mêmes humains pourrait être plus quantitative que qualitative. S'ils reconnaissaient l'existence de mêmes animaux, les méméticiens comprendraient que les mêmes sont une force universelle dans l'évolution. Toutefois, si les mêmes ne nous distinguent pas des animaux, la théorie est affaiblie ; elle n'explique pas pourquoi la culture humaine est la seule qui soit si avancée.

Lee DUGATKIN, professeur de biologie à l'Université de Louisville



Les merles apprennent à reconnaître les prédateurs en observant ce qui effraie leurs compagnons. De ce fait, ils redoutent parfois des créatures qui ne les menacent pas.

mesure que diverses actions et vocalisations rivalisaient, au sein du groupe de mèmes préhistoriques, ces mots parlés prospérèrent et supplantèrent les mèmes de communication moins performants. Puis, par association de mots dans des ordres différents, par addition de préfixes et d'inflections, des mèmes vocaux inédits et plus complexes sont apparus. En somme, les sons reproductibles et de qualité supérieure ont supplanté les sons les plus pauvres.

Ce phénomène s'est accompagné de modifications génétiques. Ici encore, les meilleurs imitateurs (les individus s'exprimant le plus clairement) ont acquis un statut supérieur, se sont accouplés avec les meilleures partenaires et ont eu plus de descendants. De ce fait, les gènes favorisant l'imitation des sons les plus intelligibles et les plus reproductibles se sont propagés dans le groupe humain. Je pense que ces sons réussis – les fondements

du langage parlé – ont progressivement conduit les gènes à créer un cerveau plus gros et aussi expert dans la réplication des sons articulés : telle serait l'origine de la remarquable aptitude humaine pour le langage, résultat de la compétition mémétique et de la coévolution des mèmes et des gènes. Cet exemple de coévolution de répliqueurs (les mèmes) et de leurs machines à copier (les cerveaux) n'est pas le premier : il y a plusieurs millions

Nous ne sommes pas seulement des imitateurs

La mémétique que présente S. Blackmore pose deux grands problèmes. Premièrement, elle affirme que la culture n'est qu'une collection de mèmes. Dans le mot culture, elle inclut aussi bien les actions simples, telle l'utilisation d'un outil de pierre, et les institutions complexes, telles les banques. Deuxièmement, elle considère que tous les mèmes, donc tous les aspects de la culture, se propagent par imitation. Spécialiste de psychologie, je pense qu'aucune de ces deux hypothèses n'est admissible.

Au début du ^{xx}e siècle, le psychologue américain Edward Thorndike a défini l'imitation comme l'apprentissage d'un geste fondée sur une observation de l'exécution de ce geste. Si l'on conserve cette définition, la théorie de S. Blackmore est évidente, car l'imitation de gestes ne transmet rien de culturellement important. Le nouement des lacets ou le lancer de balles ne sont pas des gestes notables pour l'évolution culturelle de l'humanité.

En revanche, quand on adopte la définition de S. Blackmore (tout mode de communication entre personnes, de la transmission de l'argument central d'une histoire au souvenir des instructions lues dans un manuel, relève de l'imitation), le mot devient si vague qu'il se vide de sens. En outre, cette définition générale n'explique pas l'existence et l'évolution de la culture, qui est bien plus que la répétition machinale de gestes physiques. La culture humaine est liée au partage des savoirs, des croyances et des valeurs.

Toute culture repose sur un ensemble d'interprétations consensuelles de la marche du monde, que l'on désigne parfois sous le nom de «schémas». Les règles en vigueur dans les restaurants constituent un schéma classique : dans ces endroits, quelqu'un prépare votre repas, l'apporte à votre table et nettoie après votre départ, en échange d'une somme d'argent. Les enfants acquièrent les schémas qui caractérisent leur propre culture grâce aux indications des adultes, par des mécanismes psychologiques complexes qui nous font donner un sens aux abstractions. L'imitation, selon la définition des psychologues, n'intervient pas dans ces mécanismes. Les croyances et les valeurs communes, également nommées «constructions sociales», nous sont inculquées par un mécanisme mal compris, également complexe. Contrairement aux schémas, qui décrivent des entités tangibles, tels les restaurants, les constructions sociales existent uniquement parce que les individus conviennent qu'elles existent. L'argent est une construction sociale, tout comme la justice. Certaines de ces constructions sociales ont un support physique, comme les billets de banque ou les pièces de monnaie, mais leur sens dépasse largement leur apparence physique et repose sur un accord mental. Sans consensus sur les valeurs spécifiques des billets et des pièces de monnaie, l'argent ne présenterait aucun intérêt. Nombre de croyances et de valeurs régissent également les interactions sociales.

Dans la plupart des cultures occidentales, par exemple, la justice repose sur des concepts d'équité et de propriété. D'autres cultures définissent la justice par des notions telles que le service et la vengeance. Jamais elle ne se réduit aux tribunaux, aux juges ou aux prisons.

Les mécanismes par lesquels les enfants comprennent et acceptent des abstractions ont été peu étudiés. Ils passent certainement par le langage, mais ils reposent également sur notre aptitude, que les psychologues nomment «théorie de l'esprit», à prendre conscience que les autres sont animés d'intentions et de désirs. La réactivité à la pression sociale – autre trait psychologique caractéristique de notre espèce – explique aussi l'adhésion aux croyances et aux valeurs communes. Ici encore, l'imitation n'intervient pas. Nous n'imitons pas et ne savons pas imiter la justice. Au contraire, nous découvrons progressivement sa signification, par les conversations, à l'école ou dans les livres.



Les savoirs communs, telles les règles en vigueur dans un restaurant, ne sont pas susceptibles d'imitation.

Selon S. Blackmore, cette lente compréhension repose sur l'imitation. Cependant, les choses ne sont pas aussi simples. Des études récentes de neurobiologie indiquent que l'imitation résulte du déchiffrement de messages spécifiques dans des aires spécialisées du cerveau : lorsqu'un enfant comprend la signification des mots «restaurant» ou «justice», il passe par des étapes psychologiques différentes de celles qui lui permettent de nouer ses lacets.

Les schémas et les constructions sociales résultent de l'action de la mémoire et du phénomène d'abstraction. L'acceptation et la diffusion d'idées dans la société – en particulier de notions aussi complexes que la justice – est un processus lent, imprédictible, difficile à mesurer, et irréductible à la théorie restrictive des mèmes. La culture, en tant que collectif de cerveaux et d'esprits humains, est le plus complexe des phénomènes terrestres. Nous ne la comprendrons jamais en l'abordant par des méthodes naïves.

Henri PLOTKIN, psychologue au Collège universitaire de Londres



Mary Ann Chastain, AP Photo

4. LES ÉMOTIONS déclenchées par les symboles idéologiques donnent une idée de l'importance des mèmes pour l'homme et de l'emprise qu'ils ont sur nos comportements.

d'années, un phénomène semblable s'est produit lorsque les premières molécules capables de se répliquer sont apparues dans la soupe primitive : elles ont conduit à l'ADN et à tout son arsenal de réplication cellulaire.

Après le langage, l'écriture s'est imposée. Elle est bien plus durable et fidèle. Puis, bien plus tard, l'imprimerie a renforcé l'efficacité de l'écriture ; du télégraphe au téléphone cellulaire, du courrier au courrier électronique, du phonographe au DVD et des ordinateurs à l'Internet, la machine à copier s'est perfectionnée, diffusant sans cesse plus loin et plus vite une multitude croissante de mèmes. La révolution informatique qui a commencé il y a quelques décennies est une conséquence de l'évolution mémétique.

La théorie mémétique se fonde sur des hypothèses que l'on peut tester expérimentalement. Elle stipule notamment que l'imitation – même si elle nous vient si facilement – exige une grande intelligence. Des études du cerveau par imagerie fonctionnelle (où l'on détermine les zones actives) devraient permettre une comparaison de l'activité cérébrale chez une personne qui effectue une action et l'activité d'une autre personne qui imite la première. Contrairement à l'intuition, la théorie mémétique stipule que l'imitation est l'activité la plus difficile à réaliser et que les régions du cerveau qui l'assurent sont récentes, en termes d'évolution. En outre, elle affirme que, dans tout groupe d'espèces animales apparen-

tées, l'espèce qui a la plus grande capacité d'imitation a le plus gros cerveau. Si la rareté des imitations chez les animaux limite le nombre de données disponibles, l'étude de certaines espèces d'oiseaux, de baleines et de dauphins devrait néanmoins permettre de tester cette théorie.

Les tests expérimentaux

Si le développement du langage humain résulte d'une coévolution des mèmes et des gènes, les linguistes devraient observer que le langage transmet mieux des mèmes dotés d'une fécondité, d'une fidélité et d'une longévité élevées qu'il ne transmet l'information sur des sujets spécifiques, telle la chasse, ou qu'il n'assure la cohésion des groupes sociaux. Des expériences de psychologie sociale devraient confirmer que les individus préfèrent imiter les personnes les plus éloquentes et les trouvent plus séduisantes que les personnes moins éloquentes.

On pourrait tester d'autres prévisions de la théorie mémétique avec des modèles mathématiques et des simulations numériques, comme de nombreux biologistes l'ont fait pour l'évolution génétique. On verrait alors comment l'apparition d'un second répliqueur, plus rapide, bouleverse la dynamique évolutive et comment il commande l'évolution du premier répliqueur. On pourrait alors utiliser ces modèles pour comprendre plus en détail la coévolution des mèmes et

des gènes. En outre, des simulations avec des robots imitateurs de bruits devraient montrer que le langage apparaît de façon spontanée au sein d'une population d'individus dotés d'aptitudes à l'imitation.

La mémétique est une théorie nouvelle. Certaines des critiques qui lui sont faites méconnaissent le concept de répliqueur : les mèmes, comme les gènes, ne sont que des éléments d'information qui réussissent à se faire copier ou ne se propagent pas. En ce sens seulement, ils sont «égoïstes» et possèdent un pouvoir de répliqueur. Les mèmes ne sont ni des entités magiques ni de vagues concepts abstraits, mais de l'information logée dans des souvenirs, dans des actes et dans des artefacts spécifiquement humains. Les contenus mentaux ne sont pas tous des mèmes : certains ne sont pas des copies. Sans mèmes, nous resterions capables des perceptions, des émotions, des pensées et du savoir-faire qui nous sont propres.

On objecte fréquemment que les mèmes sont très différents des gènes. C'est vrai. Ils évoluent bien plus vite, et leur dynamique n'est pas encadrée par un système rigide, telle la machinerie biosynthétique des cellules.

De nombreuses critiques restent à examiner. La mémétique méritera de s'imposer si les explications qu'elle fournit sont meilleures que celles des théories concurrentes et si ses prévisions se révèlent justes. Contrairement aux religions, la science (qui est elle-même un groupe complexe de mèmes) a les moyens d'écarter les idées fausses : elle décidera de l'intérêt de la mémétique.

Susan BLACKMORE est psychologue à l'Université de Bristol.

Richard DAWKINS, *The Selfish Gene*, Oxford University Press, 1976.

Robert BOYD et Peter J. RICHESON, *Culture and the Evolutionary Process*, University of Chicago Press, 1985.

Henry C. PLOTKIN, *Darwin Machines and the Nature of Knowledge*, Penguin, 1993.

Daniel DENNETT, *Darwin's Dangerous Idea*, Penguin, 1995.

Susan BLACKMORE, *The Meme Machine*, Oxford University Press, 1999.

Darwinizing Culture : The Status of Memetics as a Science, sous la direction de Robert Aunger, Oxford University Press, à paraître.
